

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-229515

(P2001-229515A)

(43) 公開日 平成13年8月24日 (2001.8.24)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	テグコード (参考)
G 1 1 B 5/39		G 1 1 B 5/39	2 G 0 1 7
G 0 1 R 33/09		H 0 1 F 10/00	5 D 0 3 4
H 0 1 F 10/00		10/16	5 E 0 4 9
10/16		H 0 1 L 43/08	Z
H 0 1 L 43/08		G 0 1 R 33/06	R

審査請求 未請求 請求項の数10 OL (全10頁)

(21) 出願番号 特願2000-247058 (P2000-247058)

(22) 出願日 平成12年8月16日 (2000.8.16)

(31) 優先権主張番号 特願平11-348149

(32) 優先日 平成11年12月7日 (1999.12.7)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

(72) 発明者 青島 賢一

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 野間 賢二

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 100070150

弁理士 伊東 忠彦

最終頁に続く

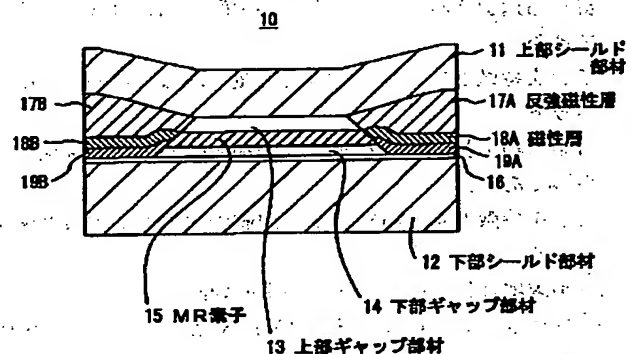
(54) 【発明の名称】 磁気抵抗効果素子型磁気ヘッド及びこれを用いた磁気再生装置

(57) 【要約】

【課題】 磁気抵抗効果素子の両端側でのリーク電流の問題がなく、さらに磁気抵抗効果素子に対して安定的に十分な縦バイアス磁界を印加することが可能な CPP タイプの磁気抵抗効果素子型磁気ヘッドを提供する。

【解決手段】 磁気抵抗効果素子と、上記磁気抵抗効果素子の上下それぞれで接する導電性材料で形成された上部ギャップ部材及び下部ギャップ部材と、上記上部ギャップ部材及び下部ギャップ部材のそれぞれに上記磁気抵抗効果素子側とは反対側で接する、導電性材料で形成された上部シールド部材及び下部シールド部材と、上記磁気抵抗効果素子の左右両端部側に、該磁気抵抗効果素子に縦バイアス磁界を印加するための絶縁性のバイアス印加層とを有する、磁気抵抗効果素子型磁気ヘッドである。

磁気記録媒体側から見た、第1実施例の磁気ヘッドの概要構成を示す図



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁気抵抗効果素子と、  
上記磁気抵抗効果素子の上下それぞれで接する導電性材料で形成された上部ギャップ部材及び下部ギャップ部材と、

上記上部ギャップ部材及び下部ギャップ部材のそれぞれに上記磁気抵抗効果素子側とは反体側で接する、導電性材料で形成された上部シールド部材及び下部シールド部材と、

上記磁気抵抗効果素子の左右両端部側に、該磁気抵抗効果素子に縦バイアス磁界を印加するための絶縁性のバイアス印加層とを有する、  
磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項2】 前記バイアス印加層は絶縁性の反強磁性層と、該反強磁性層に接する磁性層とを含む、  
ことを特徴とする請求項1に記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項3】 前記反強磁性層は単層体又は複数の層を積層した積層体である、  
ことを特徴とする請求項2に記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項4】 前記磁性層は導電性部材である、  
ことを特徴とする請求項2又は3に記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項5】 前記磁性層は絶縁性部材である、  
ことを特徴とする請求項2又は3に記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項6】 前記絶縁性部材は、コバルトフェライト( $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ )、バリウムフェライト( $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$ )、コバルト白金酸ケイ素( $\text{CoPt-SiO}_2$ )及びフェライト系金属( $\text{MO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MO}$ は酸化金属を示し、 $\text{M}$ は任意の金属である)からなる群から選択されたいずれか1つの酸化物系金属硬磁性膜である、

ことを特徴とする請求項5に記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項7】 前記バイアス印加層は酸化物系金属硬磁性膜である、  
ことを特徴とする請求項1に記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項8】 前記酸化物系金属硬磁性膜は、コバルトXフェライト( $\text{CoXFe}_2\text{O}_4$ 、 $\text{X}$ は $\text{Cu}$ 、 $\text{Zn}$ 、 $\text{Sn}$ 及び $\text{Ga}$ からなる群から選択されるいずれか1つ)である、

ことを特徴とする請求項7に記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項9】 前記磁気抵抗効果素子は、スピンバルブ型の磁気抵抗効果素子又はトンネル型の磁気抵抗効果素子である、

ことを特徴とする請求項1から8のいずれかに記載の磁

気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項10】 請求項1から9のいずれかに記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッドを有する、磁気再生装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気抵抗効果素子を用いる磁気抵抗効果型の磁気ヘッドに関し、より詳しくは磁気抵抗効果素子面に対して垂直方向に検出電流を流して、磁気記録媒体からの信号磁界を精度良く再生する磁気抵抗効果型磁気ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、例えば図1に示す磁気抵抗効果型磁気ヘッド(以下単に、磁気ヘッドと称す)100が知られている。図1は、図示せぬ磁気記録媒体側から見た磁気ヘッド100の概要構成を示す図である。図1において、磁気ヘッド100の中央部に示されているのがハードディスク等の磁気記録媒体からの信号磁界を検出するための磁気抵抗効果素子101である。この磁気抵抗効果(MR)素子101としては、スピンバルブ型の磁気抵抗効果(SVMR)素子がよく知られている。このスピンバルブ型磁気抵抗効果素子は複数の薄膜を積層して形成されており、一般に第1磁性層、非磁性層、第2磁性層及び反強磁性層からなる基本構成を有している。

【0003】上記磁気抵抗効果素子101は、その両端で導電性の端子102A、102Bに接続される。また、それぞれの端子102A、102Bの下には磁気抵抗効果素子101に接して、ハード膜103A、103Bが配設されている。これら磁気抵抗効果素子101、端子102A、102B及びハード膜103A、103Bは、その上下両側を絶縁性の上部ギャップ部材104及び下部ギャップ部材105によって電氣的に絶縁されている。そしてさらに、上部ギャップ部材104及び下部ギャップ部材105は、その上下を軟磁性のシールド部材106、107によりシールドされている。

【0004】ところで、近年における磁気記録再生装置に対する高記録密度化への要請は著しい。上記抵抗効果型磁気ヘッド100では、高密度な磁気記録情報(信号磁界)を感度良く検出するために、上記シールド部材106、107間のギャップ幅を狭めて磁気ヘッド100全体の膜厚を薄くすように対応してきた。しかし、絶縁性確保のためには、ギャップ部材104及び105は所定の膜厚を確保することが必要であり、これまで以上にギャップ部材104、105を薄く形成することは困難となっている。

【0005】そこで、従来においては、ギャップ幅をより狭めるために、例えば特開平9-28807号公報に示されるような、磁気ヘッドが提案されている。この磁気ヘッド200の概要構成は図2に示される。図2は、図1と同様に、図示せぬ磁気記録媒体側から見た磁気ヘッド200の概要構成を示す図である。この磁気ヘッド

200は、ギャップ幅をより狭めるために磁気抵抗効果素子201が上部シールド部材206及び下部シールド部材207に電氣的に接続されるようになっている。このように上下のシールド部材206及び207を端子を兼用する構造とすることで、更なる狭ギャップ化を可能としている。

【0006】なお、磁気抵抗効果素子201の上下に配されている上下ギャップ部材204、205は導電性の材料で形成され、磁気抵抗効果素子201両端部側には絶縁膜202A、202Bが設けられる。

【0007】ここで、前述した図1で示した磁気ヘッド100及び図2で示した磁気ヘッド200の検出電流の流れる方向について着目すると、磁気ヘッド100と磁気ヘッド200とは、異なっている。すなわち、磁気ヘッド100では端子102Aから磁気抵抗効果素子101そして端子102Bへと（又はこの逆の順で）検出電流が面内方向に流れる。また、磁気ヘッド200では上部シールド部材206から磁気抵抗効果素子201そして下部シールド部材207へと（又はこの逆の順で）検出電流が垂直方向に流れるようになる。

【0008】検出電流が面内方向に流れる磁気ヘッド100に類するタイプの磁気ヘッドをCIP（Current In Plain）タイプの磁気ヘッド、検出電流が垂直方向に流れる磁気ヘッド200に類するタイプの磁気ヘッドはCPP（Current Perpendicular）タイプの磁気ヘッドと称される。

【0009】さて、上記CIPタイプの磁気ヘッド100では検出電流が面内方向に流れるので、例えばトンネル型磁気抵抗効果（TMR）素子のように検出電流を垂直方向に流すことが必要なMR素子を用いることができない。

【0010】一方、上記磁気ヘッド200はTMR素子を用いることが可能であり、さらに前述したように狭ギャップ化が可能である点と合わせて、将来においてこのCPPタイプの磁気ヘッドの利用が促進されると予想される。

#### 【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記磁気ヘッド200では磁気抵抗効果素子201の両端部側でリーク電流が発生し易く、磁気ヘッド200に対して垂直方向に効率よく検出電流を流すことが困難である。

【0012】また、磁気抵抗効果素子201の磁区制御を行うために、磁気抵抗効果素子201の両端部にハード膜209A、209Bを形成して縦バイアス磁界を印加する提案もある。しかし、この場合ハード膜209A、209BにはCoPt、CoCrPt等の導電性部材を用いることが一般的であり上部ギャップ部材204との間で電氣的にショートを起こし、電流利用効率の著しい低下を招き十分な磁気抵抗効果を発揮させることができない。或いは、製造の歩留まりが低下するという問

題となる。

【0013】さらに、磁気抵抗効果素子とハード膜との間にアルミナ等の絶縁膜を挟むことについての提案もあるが、この提案によっても十分な絶縁を確保することが困難である。この提案の場合、磁気抵抗効果素子とハード膜とが磁氣的に分離されてしまうので磁気抵抗効果素子へ印加される縦バイアスが減衰する。そのため、磁区制御が不十分となり、ノイズを誘発するという問題がある。

【0014】したがって、本発明の目的は、磁気抵抗効果素子の両端でのリーク電流の問題がなく、さらに磁気抵抗効果素子に対して安定的に十分な縦バイアス磁界を印加することが可能なCPPタイプの磁気抵抗効果型磁気ヘッドを提供することにある。

#### 【0015】

【課題を解決するための手段】上記目的は、請求項1に記載される如く、磁気抵抗効果素子と、上記磁気抵抗効果素子の上下それぞれで接する導電性材料で形成された上部ギャップ部材及び下部ギャップ部材と、上記上部ギャップ部材及び下部ギャップ部材のそれぞれに上記磁気抵抗効果素子側とは反体側で接する、導電性材料で形成された上部シールド部材及び下部シールド部材と、上記磁気抵抗効果素子の左右両端部側に、該磁気抵抗効果素子に縦バイアス磁界を印加するための絶縁性のバイアス印加層とを有する、磁気抵抗効果型磁気ヘッド、により達成される。

【0016】請求項1記載の発明によれば、バイアス印加層自体が絶縁性を有しているため、磁気抵抗効果素子に対して必要な縦バイアス磁界を印加しつつ磁気抵抗効果素子両端部側でのリーク電流を抑制できる。よって、本発明の磁気抵抗効果型磁気ヘッドは、磁気記録媒体からの信号磁界を精度よく再生することができる。

【0017】また、請求項2に記載されるように、請求項1記載の発明において、前記バイアス印加層は絶縁性の反強磁性層と、該反強磁性層に接する磁性層とを含む、構成としてもよい。

【0018】請求項2記載の発明によれば、反強磁性層が絶縁性を有しているため磁気抵抗効果素子両端部側でのリーク電流を抑制できる。さらに、磁性層はこの反強磁性層に接して配置されているので交換結合作用により一方向異方性磁界を生じる。この磁性層は安定した縦バイアス磁界を磁気抵抗効果素子に印加する。すなわち、2層で形成される本バイアス印加層は絶縁性を確保しつつ必要な縦バイアス磁界を磁気抵抗効果素子に印加できる。よって、この磁気抵抗効果型磁気ヘッドは、磁気記録媒体からの信号磁界を精度よく再生することができる。

【0019】また、請求項3に記載されるように、請求項2記載の発明において、前記前記反強磁性層は単層体又は複数の層を積層した積層体である、構成としてもよ

い。

【0020】請求項3に記載の発明で、反強磁性層は上記磁性層に接し、安定した一方向異方性を付与できるものであればよい。反強磁性層を単層体とする場合は、例えば絶縁性の酸化ニッケル ( $\text{NiO}$ )、酸化鉄 ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) 等を用いることができる。

【0021】また、上記磁性層の上下に単層体の反強磁性層を設け、サンドイッチ構造としてもよい。この場合磁性層を絶縁性の反強磁性層により上下から挟むので、磁性層に、より強い一方向異方性磁界と高い絶縁性が付与できる。

【0022】また、反強磁性層を積層体とする場合は、例えば絶縁性の酸化コバルト-酸化ニッケル ( $\text{CoO-NiO}$ )、酸化鉄-酸化ニッケル ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-NiO}$ ) 等を用いることができる。この場合、酸化コバルト側、酸化鉄側が磁性層と接するように配置することが好ましい。

【0023】また、請求項4に記載されるように、請求項2又は3記載の発明において、前記磁性層は導電性部材である、構成としてもよい。

【0024】請求項4記載の発明では反強磁性層に絶縁性材料を用いているので、磁気抵抗効果素子両端部側でのリーク電流を抑制できる。よって、磁性層に導電性材料を使用することが可能となる。この導電性磁性材料として、例えばパーマロイ ( $\text{NiFe}$ )、コバルト ( $\text{Co}$ )、コバルト-鉄 ( $\text{CoFe}$ ) 等を用いることができる。

【0025】また、請求項5に記載されるように、請求項2又は3記載の発明において、前記磁性層は絶縁性部材である、構成としてもよい。

【0026】請求項5記載の発明によれば、絶縁性のある反強磁性層と共に磁性層も絶縁性部材となるので、更に確実に磁気抵抗効果素子両端部側でのリーク電流を抑制できる。この絶縁性の磁性材料には硬磁性系材料及び軟磁性系材料のどちらを用いてもよい。

【0027】上記軟磁性系材料としては、例えばマンガン亜鉛-フェライト ( $\text{MnZnFe}_2\text{O}_4$ )、ニッケル亜鉛-フェライト ( $\text{NiZnFe}_2\text{O}_4$ ) 等を用いることができる。

【0028】また、請求項6に記載されるように、請求項5記載の発明において、コバルト-フェライト ( $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ )、バリウムフェライト ( $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$ )、コバルト-白金-酸化ケイ素 ( $\text{CoPt-SiO}_2$ ) 及びフェライト系金属 ( $\text{MO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ;  $\text{MO}$ は酸化金属を示し、 $\text{M}$ は任意の金属である) からなる群から選択されたいずれか1つの酸化物系金属硬磁性膜である、構成としてもよい。

【0029】請求項6記載の発明によれば、より効果的に磁気抵抗効果素子両端部側でのリーク電流を抑制しつつ、必要な縦バイアス磁界を磁気抵抗効果素子に印加で

きる。

【0030】また、請求項7に記載されるように、請求項1記載の発明において、前記バイアス印加層は酸化物系金属硬磁性膜である、構成としてもよい。

【0031】請求項7記載の発明によれば、1層の絶縁性の酸化物系金属硬磁性膜により磁気抵抗効果素子に対して必要な縦バイアス磁界を印加しつつ磁気抵抗効果素子両端部側でのリーク電流を抑制できるので構成が簡単であり、製造工程を簡素化できる。

【0032】また、請求項8に記載されるように、請求項7記載の発明において、前記酸化物系金属硬磁性膜は、コバルトXフェライト ( $\text{CoXFe}_2\text{O}_4$ ;  $\text{X}$ は $\text{Cu}$ 、 $\text{Zn}$ 、 $\text{Sn}$ 及び $\text{Ga}$ からなる群から選択されるいずれか1つ) である、構成としてもよい。

【0033】請求項8記載の発明によれば、効果的な磁気抵抗効果素子への磁界の印加とリーク電流の抑制を実現できる。

【0034】また、請求項9に記載されるように、1から8のいずれかに記載の発明において、前記磁気抵抗効果素子は、スピンバルブ型の磁気抵抗効果 ( $\text{SVMR}$ ) 素子又はトンネル型の磁気抵抗効果 ( $\text{TMR}$ ) 素子である、構成としてもよい。

【0035】請求項9記載の発明によれば、従来の製造ラインを用いて高感度な磁気抵抗効果型磁気ヘッドを得ることができる。

【0036】そして、この $\text{SVMR}$ 素子には前述した、第1磁性層、非磁性層、第2磁性層及び反強磁性層からなる一般型の他、第1磁性層、非磁性層及び第2磁性層から成るいわゆる保磁力差型も含まれる。

【0037】また、 $\text{TMR}$ 素子には、第1磁性層、絶縁層、第2磁性層及び反強磁性層からなるタイプの他、第1磁性層、絶縁層及び第2磁性層から成るタイプも含まれる。

【0038】さらに、請求項10に記載されるように、請求項1から9のいずれかに記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッドを有する、磁気再生装置についても本発明の範疇に含まれる。

【0039】請求項10記載の発明によれば、磁気記録媒体からの信号磁界を精度よく再生することができる磁気再生装置となる。なお、再生用の本磁気ヘッドと記録ヘッドとを一体化させれば磁気記録再生装置を構成することもできる。

【0040】

【発明の実施の形態】さらに、図3及び図4に基づき本発明の第1実施例について説明する。

【0041】図3に第1実施例に係る $\text{CPP}$ タイプの磁気ヘッド10の概要構成が示されている。同図では図示せぬ外部の磁気記録媒体側から見た磁気ヘッド10の概要構成を示しており、図3で左右方向が素子幅方向、すなわち磁気記録媒体のトラックの幅方向である。

【0042】同図において、磁気ヘッド10は上部シールド部材11と下部シールド部材12を有している。これら2つの磁気シールド部材11、12は、例えばFeZrN等の軟磁性体で形成され、約1から2 $\mu$ m程度の膜厚に形成される。これらシールド部材11、12は導電性であり端子を兼ねている。

【0043】上記シールド部材11、12の間にギャップ空間が形成される。このギャップ内にMR素子15が導電性の上部ギャップ部材13及び下部ギャップ部材14のそれぞれを介して、上部シールド部材11と下部シールド部材12に電気的に接続される。よって、検出電流は、上部シールド部材11（又は下部シールド部材12）から上部ギャップ部材13（又は下部ギャップ部材14）を介してMR素子15に入り、さらに下部ギャップ部材14（又は上部ギャップ部材13）を介して下部シールド部材12（又は上部シールド部材11）側へと垂直的に流れるようになる。

【0044】上記MR素子15として、TMR素子或いはSVMR素子等を用いることができる。TMR素子としては、例えば絶縁層にAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を用いたPdPtMn(20)/Co(2)/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(5)/Co(1)/NiFe(2)を下から順次積層した積層膜を用いることができる。また、SVMR素子として、例えば非磁性層にCuを用いたNiFe(2)/CoFeB(4)/Cu(3)/CoFeB(2,2)/PdPtMn(25)を下から順次積層した積層膜を用いることができる。なおカッコ内の数字は各層の厚さをナノメートル(nm)で示している。また、これらTMR素子、SVMR素子は同様に逆順に積層した、積層膜としてもよい。

【0045】また、上部ギャップ部材13は導電性の銅、金、銀、白金、又はこれらからの合金を使用できるが、銅が好ましく例えば約20nmの膜厚に形成される。また、下部ギャップ部材14についても同様であり、例えば銅を20nmの膜厚で形成すればよいが、好ましい膜形成制御のために下部ギャップ下地16としてタンタル(Ta)を例えば約5nm、下部ギャップ部材14の下に形成する。上述した各層の形成は、従来の薄膜形成技術を用い順次積層して形成できる。

【0046】そして、上記MR素子15の両端部側にはバイアス印加層が設けられている。図3においては、MR素子15の両端部側で左右対称的に、上から順に、絶縁性の反強磁性層17A、17B、磁性層18A、18B及び絶縁層19A、19Bが設けられている。

【0047】反強磁性層17A、17B及び磁性層18A、18Bがバイアス印加層となる。バイアス印加層17、18は、反強磁性層17A、17Bとして例えばNiOを30nm、磁性層18A、18Bとして例えば絶縁性の軟磁性材料としてニッケル-亜鉛-フェライトを20nm積層して形成できる。磁性層18A、18Bについては同様に、コバルト-フェライト(CoFe

O<sub>4</sub>)、バリウムフェライト(BaO $\cdot$ 6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、コバルト-白金-酸化ケイ素(CoPt-SiO<sub>2</sub>)及びフェライト系金属(MO $\cdot$ Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)から選択される酸化物系金属硬磁性膜を用いることができる。ここでMOは酸化金属を示し、Mは任意の金属である。Mとしては例えばMn、Ni、Fe、Cu、(LiFe)、Ti等を用いることができる。

【0048】磁性層18A、18Bは、反強磁性層17A、17Bに接して配される共にMR素子15の両端部に接して配置される。磁性層18A、18Bは、反強磁性層17A、17Bとの交換結合作用によりB-Hループがシフトして磁化方向が固定される。その結果、磁性層18A、18Bに一方異方性磁界を生じるので、磁性層18A、18BからMR素子15に対して安定な縦バイアス磁界を印加できる。

【0049】なお、絶縁層19A、19Bはアルミナ(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)等の絶縁性材料を30nm程度に形成すると、良好な絶縁特性を有する。また、絶縁層19として絶縁性の反強磁性材料、例えば30nmのNiOを用いて、上記両端部に反強磁性層、磁性層、反強磁性層(NiO/ニッケル-亜鉛-フェライト/NiO)のサンドイッチ構造のバイアス印加層を形成してもよい。この場合には絶縁特性を高めつつ、さらに磁性層18A、18Bからの縦バイアス磁界が安定化する。

【0050】上述構成の磁気ヘッド10は、このMR素子15の面に垂直に電流を流しながら、その電圧を監視すれば電圧変化として磁気抵抗変化を検知できる。

【0051】その際、磁性層18A、18Bからの縦バイアス磁界によりMR素子15内の自由磁性層を好ましい状態に磁区制御しているので、バルクハウゼンノイズ等の障害はなく磁気抵抗効果を効率的に利用できる。さらに、MR素子15の両端部側は絶縁性の反強磁性層17A、17Bを有しているため、リーク電流の発生を抑制している。よって、検出電流はMR素子15に対して垂直方向に効率良く流れ、磁気記録媒体からの信号磁界を高感度に検出できる。

【0052】次に、上記磁気ヘッド10製造法について、図4に基づいて説明をする。図4は磁気ヘッド10の成膜工程を示す図である。

【0053】図4(A)で、アルチック基板(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiC)2上にスパッタ法により、下部シールド部材12としてFeZrNを約2 $\mu$ m形成する。この上に下部ギャップ下地16としてタンタルを約5nm、下部ギャップ部材14として銅を約20nm成膜する。

【0054】上記下部ギャップ部材14上に、用いるMR素子15に対応した材料をスパッタ法で下から順次成膜して積層膜とする。SVMR素子及びTMR素子の各層の構成は前述した通りである。さらに、MR素子15上に上部ギャップ部材13として銅を約20nm形成する。上記成膜の工程は連続或いは不連続によっても実施



できる。

【0055】図4(B)で、上部ギャップ部材13上に、例えば幅約 $1\mu\text{m}$ 、高さ約 $3\mu\text{m}$ のレジスト5をパターンニングし、イオンミリング法にて下部ギャップ部材14のCu又は下部ギャップ下地16のタンタルが検出されるまでエッチングを行う。図4(C)で、上記イオンミリングに続いて、MR素子15両端部側に形成する縦バイアス印加層の成膜を行う。下から絶縁層19A、19Bとしてアルミナ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )又は $\text{NiO}$ 、磁性層18A、18Bとしてニッケル-亜鉛-フェライト、そして反強磁性層17A、17Bとして $\text{NiO}$ を順次スパッタ法で成膜する。各層の層厚は、例えばそれぞれ約 $30\text{nm}$ 、約 $20\text{nm}$ 、約 $30\text{nm}$ とする。この後、レジスト5をリフトオフし、最後にMR素子15上に上部シールド部材11として $\text{FeZrN}$ 膜を成膜すれば上述した図3の磁気ヘッド10となる。

【0056】本実施例でMR素子15両端部側に形成される縦バイアス印加層は、従来において製造が困難とされた絶縁性が高くかつ所望の保磁力を有するハード膜と同様の機能を有するものであり、その歩留まりも向上する。

【0057】次に図5に基づき、本発明の第2実施例を説明する。ここでは重複した説明を避けるため、同一の部材には前述の図3と同一の符号を付している。

【0058】第1実施例の磁気ヘッド10と比較して、本第2実施例の磁気ヘッド20の縦バイアス印加層は2層で構成されている。絶縁性の反強磁性層27とこの反強磁性層27に接する導電性の磁性層28で形成されている。

【0059】反強磁性層27として、例えば絶縁性の $\text{NiO}$ を用いることができる。また、磁性層28として、例えば導電性の $\text{NiFe}$ 、 $\text{CoFe}$ 等の磁性体を用いることができる。

【0060】本実施例の磁気ヘッド20はMR素子25を形成している層を両端部側に残し、その上に磁性層28A、28B及びこれに接して絶縁性を有する反強磁性層27A、27Bを設けている。したがって、層構成では端子部側においてもMR素子25と同じ層が存在することになってはいるが、縦バイアス印加層27A、27B及び28A、28Bで挟まれた領域のみが本来のMR素子25として機能する。したがって、本実施例でもMR素子25の両端部側に絶縁性を有した縦バイアス印加層が形成されている構成となる。

【0061】本実施例の磁気ヘッド20は、第1実施例の磁気ヘッド10の製造方法について示した図4と同様に製造することができる。但し、本実施例では両端部をエッチングする際に、エッチング量を少なくして製造できるというメリットがある。具体的には、MR素子25として、SVMR素子を用い例えば $\text{NiFe}(2)/\text{CoFeB}(1)/\text{Cu}(3)/\text{CoFeB}(2)/\text{Pd}$

$\text{PtMn}(20)/\text{NiFe}(2)$ を下から順次積層するか、またTMR素子を用い例えば $\text{NiFe}(2)/\text{PdPtMn}(20)/\text{Co}(2)/\text{Al}_2\text{O}_3(5)/\text{Co}(1)/\text{NiFe}(2)$ を下から順次積層した積層膜を用いることができる。本第2実施例で示した縦バイアス印加層の場合は、リーク電流の影響を抑制する観点からSVMR素子を用いることが好ましい。

【0062】両端部側のエッチングはMR素子25の最上層 $\text{NiFe}$ が検出されるまでイオンミリングを行う。その後、磁性層28として $\text{NiFe}$ 、反強磁性層27として絶縁性の $\text{NiO}$ をそれぞれ約 $10\text{nm}$ 、 $40\text{nm}$ をそれぞれ積層して縦バイアス印加層を形成する。

【0063】本第2実施例の磁気ヘッド20によっても、反強磁性層27A、27Bと接する、磁性層28A、28Bからの縦バイアス磁界によりMR素子25内の自由磁性層を好ましい状態に磁区制御しているので、バルクハウゼンノイズ等の障害はなく磁気抵抗効果を効率的に利用できる。さらに、MR素子25の両端部は絶縁性の反強磁性層27A、27Bを有しているため、リーク電流の発生を抑制している。よって、検出電流はMR素子25に対して垂直方向に効率良く流れ、磁気記録媒体からの信号磁界を高感度に検出できる。

【0064】次に、図6に基づき、本発明の第3実施例を説明する。本実施例は前述した第1及び第2実施例とは異なり、縦バイアス印加層を一層で形成し、MR素子としてTMR素子を採用した例である。所定の酸化物系金属硬磁性膜を用いて、縦バイアス印加層を形成すると1層とすることができる。このような構成は従来SVMR素子の磁区制御に用いられていたハード膜と同様であり、前述した実施例よりも構成が簡素化できる。

【0065】本実施例の磁気ヘッド30の構成例を示す。図示せぬ基板上に $\text{NiFe}$ からなる下部シールド部材32が $2\mu\text{m}$ の膜厚に形成する。この上に導電性であり下部電極端子を兼ねる下部ギャップ部材34が形成されている。この下部ギャップ部材34で下部シールド部材32を兼用するようにしてもよい。

【0066】下部ギャップ部材34の上にMR素子としてTMR35素子を形成する。TMR素子35は下から自由磁性層35-1、絶縁層(トンネルバリア層)35-2、固定磁性層35-3、反強磁性層35-4の順で積層されている。例えば自由磁性層35-1として $3\text{nm}$ の $\text{CoFe}$ 若しくは $\text{CoFeB}$ 、又は $2\text{nm}$ の $\text{NiFe}/1\text{nm}$ の $\text{CoFe}$ (或いは $\text{CoFe}$ に代えて $1\text{nm}$ の $\text{CoFeB}$ )を形成し、トンネルバリア層35-2として $2\text{nm}$ の $\text{Al}_2\text{O}_3$ を形成し、固定磁性層35-3として $2\text{nm}$ の $\text{CoFe}$ 又は $\text{CoFeB}$ を形成し、反強磁性層35-4として $20\text{nm}$ の $\text{PdPtMn}$ を形成した積層体とする。

【0067】さらに、TMR35素子の両端に接し、これを挟むようにバイアス印加層37が設けられる。この

バイアス印加層37として酸化物系金属硬磁性膜であるコバルトXフェライト、 $(\text{Co} \times \text{Fe}_{2-x}\text{O}_4)$ 、XはCu、Zn、Sn及びGaからなる群から選択されるいずれか1つ)を用いると1層で縦バイアスの印加と絶縁機能を果たす優れた膜となる。このバイアス印加層37はバイアス膜として必要な所定の保磁力(Hc)、例えば5.0 Oe(エルステッド)以上でとなるのでTMR素子35の自由磁性層35-1を十分に磁区制御できる。

【0068】本実施例の磁気抵抗効果型磁気ヘッドも前述した第1実施例と同様に、従来の薄膜形成技術を用いて製造することができる。バイアス印加層37は例えば図6で矢印41方向に着磁させることにより、自由磁性層35-1に縦バイアス磁界を印加してその方向に一方方向異方性を付与する。また、固定磁性層35-3は反強磁性層35-4との間で交換結合作用により矢印42の方向(紙面に垂直な方向)に一方方向異方性を付与する。このような層構成とすることにより、自由磁性層35-1と固定磁性層35-3の磁化方向を直交させると共に、固定磁性層35-3は外部磁界に対して応答せず常に42の方向に磁化が向いたままで動かない状態(ピン止め状態)を実現できる。

【0069】なお、上記バイアス印加層37の層厚は所望の縦バイアス磁界を印加できるよう適宜調整する。バイアス印加層37上には $\text{Al}_2\text{O}_3$ 等からなる絶縁層を形成すればよい。

【0070】また、図6に示されるよに上部ギャップ部材33は所望の形状にパターニングされていることが望ましく、ここでは両側に形成されているバイアス印加層37の間隔と略等しい長さとなるように形成した。この上部ギャップ部材33上に上部シールド部材31としたNiFeを3 $\mu\text{m}$ の膜厚で形成した。なお、上部ギャップ部材33が上部シールド部材31を兼用する様にしてもよい。本実施例で特に説明を加えない事項は、前述した第1実施例と同じ条件を適用することができる。

【0071】次に、図7に本発明の第4実施例を示す。本実施は前述した第3実施例の変形例である。縦バイアス印加層を一層で形成し、MR素子としてTMR素子を採用した点は同様であるが、TMR素子39の積層順を第3実施例とは逆順に形成している。すなわち、TMR素子39は下から反強磁性層39-1、固定磁性層39-2、絶縁層(トンネルバリア層)39-3、自由磁性層39-4となっている。このよに逆順に形成したTMR素子でも上記第3実施例と同様の効果を得ることができる。

【0072】上記第3、第4実施例では一般に製造が困難であるとされるTMR素子を用いた磁気ヘッドを従来から実績のあるSVMRで広く採用されてきたアバンテッド型のハード膜方式を応用する形態で実現できるので従来製造技術を応用して製造できる。

【0073】上記第3、4実施例の磁気ヘッド30によ

れば、バイアス印加層37がリーク電流の発生を抑制しつつMR素子35、39内の自由磁性層へ縦バイアス磁界を印加して好ましい状態に磁区制御している。したがって、バルクハウゼンノイズ等の障害はなく磁気抵抗効果を効率的に利用できる。よって、検出電流はMR素子35、39に対して垂直方向(矢印43の方向)に効率良く流れ、磁気記録媒体からの信号磁界を高感度に検出できる。

【0074】なお、上記第3、第4実施例ではTMR素子を用いた磁気抵抗効果型磁気ヘッドを示したが、より一般的なSVMR素子について同様に実現可能であることは言うまでもない。SVMR素子を採用するときの層構成は第1実施例に示したものを同様に用いることができる。

【0075】上述した実施例は磁気記録媒体からの信号磁界を高感度に再生する磁気ヘッドとして説明したが、本実施例の磁気ヘッドと従来のインダクティブ型の薄膜ヘッドを併設すれば記録・再生ヘッドとすることができるのは明らかである。

【0076】ここで、実施例で示した磁気ヘッドを搭載した磁気記録媒記録再生装置について簡単に説明する。図8は磁気記録記録再生装置の要部を示す図である。磁気記録記録再生装置50には磁気記録媒体としてのハードディスク51が搭載され、回転駆動されるようになっている。このハードディスク51の表面に対向して所定の浮上量で、例えば第1実施例のMR型素子15を読取り側に有する複合型磁気ヘッド60で磁気再生動作が行われる。なお、複合型磁気ヘッド60はアーム70の先端にあるスライダ71の前端部に固定されている。複合型磁気ヘッド60の位置決めは、通常のアクチュエータと電磁式微動アクチュエータを組合せた2段式アクチュエータを採用できる。

【0077】なお、本実施例の磁気ヘッドのみを用いた磁気再生装置を形成できることは言うまでもない。

【0078】以上、本発明の好ましい例について説明したが、本発明に係る特定の実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、様々な変形・変更が可能である。

【0079】

【発明の効果】以上詳述したところから明らかなように、請求項1記載の発明によれば、バイアス印加層自体が絶縁性を有しているため、磁気抵抗効果素子に対して必要な縦バイアス磁界を印加しつつ磁気抵抗効果素子両端部側でのリーク電流を抑制できる。よって、本発明の磁気抵抗効果型磁気ヘッドは、磁気記録媒体からの信号磁界を精度よく再生することができる。

【0080】また、請求項2記載の発明によれば、反強磁性層が絶縁性を有しているため磁気抵抗効果素子両端部側でのリーク電流を抑制できる。さらに、磁性層はこの反強磁性層に接して配置されているので交換結合作用

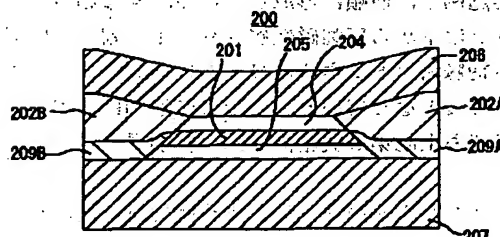
【図1】 図1は磁気記録媒体側から見た、従来の磁気抵

【符号の説明】

- 1 0 磁気ヘッド
- 1 1 上部シールド部材
- 1 2 下部シールド部材
- 1 3 上部ギャップ部材
- 1 4 下部ギャップ部材
- 1 5 MR素子
- 1 7、1 8 縦バイアス印加層
- 1 7 反強磁性層
- 1 8 磁性層
- 3 0 磁気ヘッド
- 3 1 上部シールド部材
- 3 2 下部シールド部材
- 3 3 上部ギャップ部材
- 3 4 下部ギャップ部材
- 3 5 MR素子 (TMR素子)
- 3 7 縦バイアス印加層

【图2】

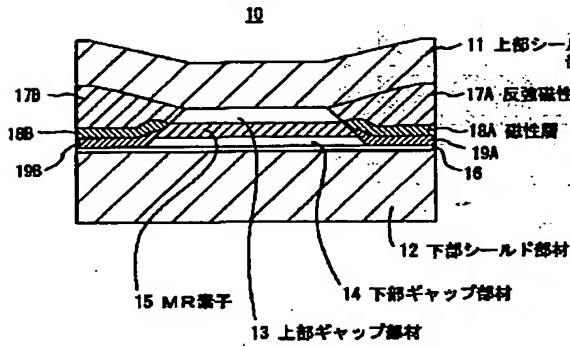
磁気記録媒体側から見た、従来あった他の  
磁気抵抗効果型磁気ヘッドの概要構成を示す図





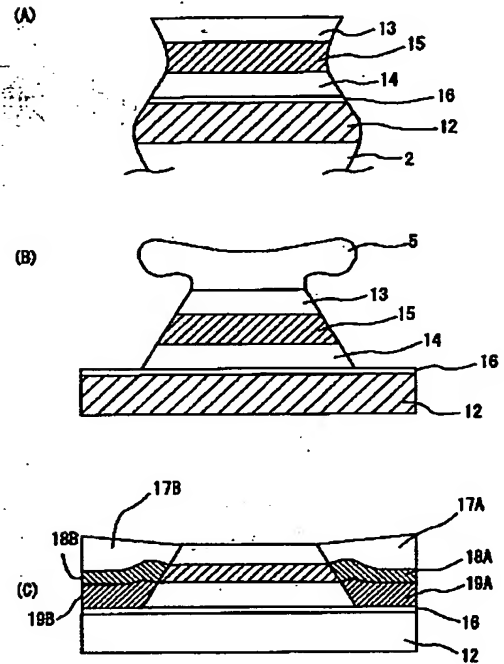
【図3】

磁気記録媒体側から見た、第1実施例の  
磁気ヘッドの概要構成を示す図



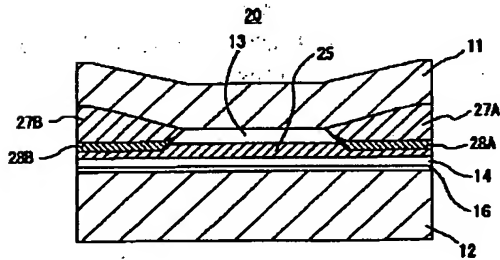
【図4】

図3に示した磁気ヘッド10を製造  
するための成膜工程を示す図



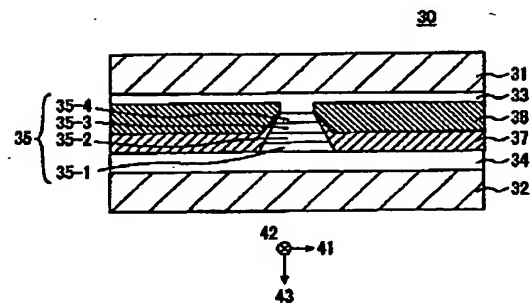
【図5】

磁気記録媒体側から見た、第2実施例の  
磁気ヘッドの概要構成を示す図



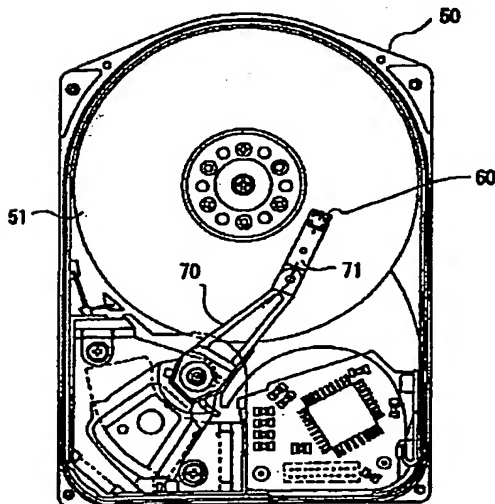
【図6】

磁気記録媒体側から見た、第3実施例  
の磁気ヘッドの概要構成を示す図



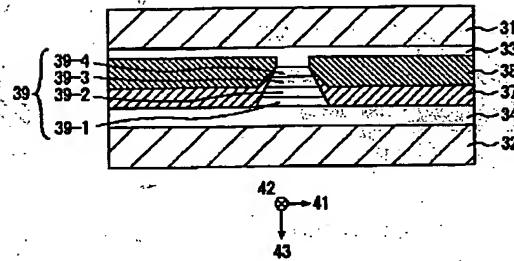
【図8】

本発明の磁気ヘッドを採用した磁気記録  
装置の要部を示す図



【図 7】

磁気記録媒体側から見た、第4実施例  
の磁気ヘッドの概要構成を示す図



フロントページの続き

(72) 発明者 伊藤 順一

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番

1号 富士通株式会社内

Fターム(参考) 2G017 AA01 AB07 AD54

5D034 BA03 BA04 BA12 BA15 BB08

CA08

5E049 AB03 AB09 AB10 BA12 CB01

CC08

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**